

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕЙНИТНОГО ЧУГУНА ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

А.Nofal¹, Покровский А.И.,² Шенец С.Л.,² Шпарло Д.А.²

1). Central Metallurgical Research and Development Institute (CMRDI),
Cairo, Egypt;

2). ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси»
Минск, Республика Беларусь

Высокопрочные чугуны хорошо известны своими технологическими и эксплуатационными свойствами и традиционно используется только как литейный материал.

Между тем, многие исследователи придерживаются точки зрения, что любое воздействие на сплавы и, в частности, деформационное, может привести к значительным изменениям, как в структурных составляющих, так и изменить характер и кинетику прохождения фазовых превращений, а соответственно отразится на механических и эксплуатационных характеристиках.

Целью исследования являлось определение возможности управления структурой и характеристиками высокопрочного бейнитного чугуна, производство которого освоено в CMRDI (Cairo, Egypt), за счет предварительной горячей пластической деформации. Высокопрочный бейнитный чугун был выплавлен в лаборатории CMRDI, которой руководит профессор А.Nofal. Эксперименты по горячему выдавливанию проводились в ФТИ НАН Беларуси.

Показано, что пластическая деформация чугуна с включениями хрупких фаз цементита и графита является примером общего случая деформации гетерогенных материалов, в которых хрупкая фаза расположена внутри пластичной основы. Подтверждено, что наиболее существенным фактором, обеспечивающим пластическое течение чугуна, является использование схем деформирования близких к всестороннему сжатию. Показано, что на практике данная схема наиболее эффективно реализуется в технологических процессах выдавливания и штамповки, причем с использованием определенного противодавления. Это позволяет достигать относительные степени деформации порядка 80% и обеспечить получение изделий достаточно сложной формы, причем, с малыми припусками.

Показано, что цилиндрические образцы высокопрочного чугуна в определенной, но достаточно узкой области температур (в районе 900°C) показывают хорошую пластичность, что позволяет подвергать их пластической деформации, без малейших признаков нарушения сплошности, причем при значительных степенях до 80%.



Рис. 1. Литая цилиндрическая заготовка (слева) и выдавленный из нее чугунный пруток (справа).

С использованием металлографии и растровой электронной микроскопии подтверждено, что хрупкие фазы в структуре чугуна при горячем выдавливании пластически деформируются. В частности, экспериментально доказан факт пластической деформации хрупкого графитного включения, расположенного в металлической матрице (аустените). Изучены микроструктуры чугуна при различных степенях деформации и установлены определенные закономерности трансформации каждой из структурных составляющих. При этом установлено, что тип кристаллографической решетки, ее период, как у графита, так и у металлической матрицы чугуна после деформации не изменяется.

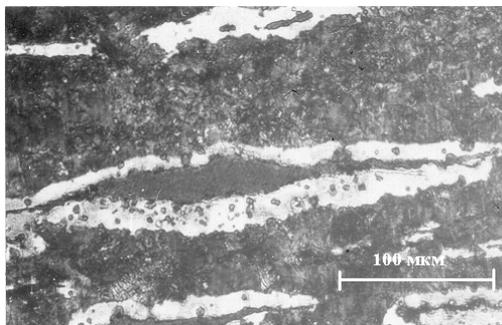


Рис. 2. Пример микроструктуры деформированного высокопрочного чугуна, продольное сечение, $\times 500$. Вытянутое включение графита, окруженное ферритной оторочкой в перлитной матрице

Использование деформации только для придания изделию из чугуна требуемой формы, хотя и является эффективным и весьма неожиданным для литейщиков, не является самоцелью данной работы, более важной причиной использования деформации, является доказанная возможность улучшить комплекс физико-механических характеристик чугуна (предела прочности, текучести, ударной вязкости) до 1,5 раз.

Показано, что бейнитный высокопрочный чугун может в ряде случаев успешно заменять высококачественную легированную сталь для деталей машин (шестерни), почвообрабатывающего инструмента (плуги, сошники).